

US06-NGF-96
MURATA (3)
40679/439

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1996年 4月26日

出 願 番 号
Application Number:

平成 8年特許願第108287号

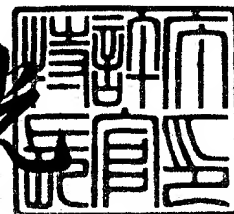
出 願 人
Applicant (s):

日本特殊陶業株式会社

1997年 1月24日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

荒井寿光



【書類名】 特許願

【整理番号】 PF800NGK

【提出日】 平成 8年 4月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/60
H01R 4/00

【発明の名称】 半田バンプを有する配線基板及びその製造方法

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

【氏名】 村田 晴彦

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

【氏名】 木村 幸広

【特許出願人】

【識別番号】 000004547

【氏名又は名称】 日本特殊陶業株式会社

【代表者】 岡村 鐘雄

【代理人】

【識別番号】 100082500

【弁理士】

【氏名又は名称】 足立 勉

【電話番号】 052-231-7835

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成 8年特許願第 76960号

【出願日】 平成 8年 3月29日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007102

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9000621

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半田バンプを有する配線基板及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の接合面に線状又は面状に複数個配置された半田バンプの頂部が平坦であることを特徴とする半田バンプを有する配線基板。

【請求項2】 前記半田バンプのコーポラナリティが、1mm当り0.5 μ m以下であることを特徴とする前記請求項1記載の半田バンプを有する配線基板。

【請求項3】 前記半田バンプの頂部の平坦面の直径が、半田バンプ下地パッドの直径と略等しいことを特徴とする前記請求項1又は2に記載の半田バンプを有する配線基板。

【請求項4】 前記半田バンプの頂部の平坦面の直径が、半田バンプ下地パッドの直径と略等しく、且つ半田バンプの高さが半田バンプ下地パッドの直径より小さいことを特徴とする前記請求項1又は2に記載の半田バンプを有する配線基板。

【請求項5】 前記請求項1～4のいずれかに記載の半田バンプを有する配線基板の製造方法において、

基板の接合面に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田ペーストを載置した後に、該複数の半田ペーストの上方の所定の高さ規制位置に該接合面と所定間隔を保つ平面を形成する平面形成部材を配置し、加熱して半田を溶融することにより、該複数のパッド上に形成される半田バンプの高さを一括して規制して、頂部が平坦な複数の半田バンプを形成することを特徴とする半田バンプを有する配線基板の製造方法。

【請求項6】 前記請求項1～4のいずれかに記載の半田バンプを有する配線基板の製造方法において、

基板の接合面に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田バンプを一旦形成した後に、該複数の半田バンプの頂部をその高さが揃うようにプレスして、該頂部が平坦な複数の半田バンプを形成することを特徴とする半田バンプを有する配線基板の製造方法。

【請求項7】 前記請求項1～4のいずれかに記載の半田バンプを有する配線基板の製造方法において、

基板の接合面に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田バンプを一旦形成した後に、該複数の半田バンプの頂部をその高さが揃うように研磨し、該頂部が平坦な複数の半田バンプを形成することを特徴とする半田バンプを有する配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フリップチップ接合用基板やボールグリッドアレイ基板等の半田バンプを有する配線基板及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、例えば集積回路チップを集積回路基板に実装する場合には、集積回路チップ及び集積回路基板の接合面に、格子状又は千鳥状に複数の端子を形成し、これによって両者を接合するフリップチップと呼ばれる方式が知られている。

【0003】

また、集積回路チップを搭載した集積回路基板とプリント基板（マザーボード等）との接合においては、集積回路基板の他方の接合面（集積回路チップを搭載した接合面と反対側の接合面）に、接合用の高融点半田やCu等のボールを用いて格子状に複数の端子を形成し、これによってプリント基板と接合する方式も知られており、このような基板はボールグリッドアレイ（BGA）基板と呼ばれる。

【0004】

これらの格子状又は千鳥状の面接合端子を備えた集積回路基板等を製造する方法としては、例えば溶ダーペースト法等の各種の方法が知られている。

例えば溶ダーペースト法とは、図12（a）に示すように、集積回路基板上に形成した下地導電性パッドの上に、印刷によって半田ペーストを配置し、その後、加熱して半田を溶融させることによって、パッド上に半球状又は球状の半田バ

ンプを形成する方法である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記のような方法で半田バンプを形成する場合には、下記のような問題があり、一層の改善が求められている。

①通常、集積回路基板上に設けられた個々の半田バンプは、集積回路チップやプリント基板との接合性等を高めるために、その高さが揃っていることが好ましいとされている。つまり、図6(b)に示すように、個々の半田バンプのコーポラナリティは、小さい方が好ましいとされている。

【0006】

ここで、コーポラナリティ (Coplanarity) とは、各半田バンプの頂点Pをその間に含むような平行な二つの平面S1, S2の間隔dで定義され、半田バンプの高さの不均一性を示す指標である。尚、本発明においては、コーポラナリティは、半田バンプの形成された領域の大きさに依存するので、半田バンプ間の最大距離（通常は半田バンプ形成領域の対角距離）で除した単位長さ当りのコーポラナリティも用いる。

【0007】

ところが、半田バンプ自体の高さは、パッドに付着させた半田のボリュームやパッドの面積等によって異なるので、半田のボリュームやパッドの面積等が異なると、半田バンプの高さが不揃いになる。従って、コーポラナリティが大きくなるという問題があった。また、仮に、半田バンプ自体の高さが揃っていても、基板が反っている場合には、同様に、コーポラナリティが大きくなるという問題があった。

【0008】

このコーポラナリティが大きくなると、集積回路基板と集積回路チップ又はプリント基板とを接合する際に、向かい合う端子同士の距離が不揃いとなるので、接合不良が発生することがある。また、各半田バンプにプローブを接触させ、配線の導通や配線間の絶縁を検査する場合でも、プローブが同時に所定のあるいは全ての半田バンプに接触するのが難しくなるので、正確に測定できないことがあ

る。

【0009】

②また、集積回路基板の接合性等を調べる目的で、半田バンプのコーポラナリティを測定するのに画像認識を利用するが、半田バンプの頂部は曲面であるので、半田バンプの最高点（頂点）を検出するのが難しく、近似的に最高点を求めるにも、レーザ光の照射ポイントを最低3箇所設定しなければならず、大変手間がかかるという問題があった。

【0010】

本発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、半田バンプのコーポラナリティを低減できるとともに、コーポラナリティの測定を簡易化できる半田バンプを有する配線基板及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するための請求項1の発明は、

基板の接合面に線状又は面状に複数個配置された半田バンプの頂部が平坦であることを特徴とする半田バンプを有する配線基板を要旨とする。

【0012】

尚、ここで半田とは、Pb-Sn系の軟ろうの他、例えばバンプ材料として使用されるAu-Sn系、Au-Si系等、450℃以下の低融点を有する広義のろう材を意味する。

また、配線基板とは、①集積回路チップが実装される基板だけでなく、②プリント基板と接合される基板、及び③集積回路チップ自身（即ちフリップチップ）をも意味する。具体的には、①集積回路チップとの接合（フリップチップ接合）のために一方の面に複数の半田バンプが設けられた基板、②一方の面にプリント基板との接合用の複数の半田バンプ（この場合は通常BGA）を備えた基板、③複数の半田バンプを有する集積回路チップを意味する。

【0013】

前記線状の配置としては、例えば四角形の棒状の配置が挙げられる。また、面状の配置としては、例えば格子状又は千鳥状にて所定の領域を占める配置が挙げ

られる。

請求項2の発明は、

前記半田バンプのコーポラナリティが、1mm当り0.5 μ m以下であることを特徴とする前記請求項1記載の半田バンプを有する配線基板を要旨とする。

【0014】

請求項3の発明は、

前記半田バンプの頂部の平坦面の直径が、半田バンプ下地パッドの直径と略等しいことを特徴とする前記請求項1又は2に記載の半田バンプを有する配線基板を要旨とする。

【0015】

請求項4の発明は、

前記半田バンプの頂部の平坦面の直径が、半田バンプ下地パッドの直径と略等しく、且つ半田バンプの高さが半田バンプ下地パッドの直径より小さいことを特徴とする前記請求項1又は2に記載の半田バンプを有する配線基板を要旨とする。

。

【0016】

請求項5の発明は、

前記請求項1～4のいずれかに記載の半田バンプを有する配線基板の製造方法において、基板の接合面に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田ペーストを載置した後に、該複数の半田ペーストの上方の所定の高さ規制位置に該接合面と所定間隔を保つ平面を形成する平面形成部材を配置し、加熱して半田を熔融することにより、該複数のパッド上に形成される半田バンプの高さを一括して規制して、頂部が平坦な複数の半田バンプを形成することを特徴とする半田バンプを有する配線基板の製造方法を要旨とする。

【0017】

前記平面形成部材の材質としては、チタンやステンレス等の金属、アルミナや窒化珪素や炭化珪素等のセラミックス、ガラス等が挙げられるが、半田に濡れない又は濡れ難いものが好適である。特に、加工精度や熱による変形が少ない点で、セラミックスが好適である。

【0018】

この平面形成部材は、各半田バンプの頂部の高さを同じにしつつ頂部を平坦にするものであるので、例えば平板状部材の両端に脚部を設けてコ字状とすると、この脚部の長さ（高さ）で半田バンプの高さを一括して均一化でき、しかも、作業性が向上し好適である。

【0019】

前記半田を溶融する温度としては、半田バンプの融点（即ち半田の融点）以上であればよいが、例えば融点の10～40℃高い温度を採用できる。

請求項6の発明は、

前記請求項1～4のいずれかに記載の半田バンプを有する配線基板の製造方法において、基板の接合面に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田バンプを一旦形成した後に、該複数の半田バンプの頂部をその高さが揃うようにプレスして、該頂部が平坦な複数の半田バンプを形成することを特徴とする半田バンプを有する配線基板の製造方法を要旨とする。

【0020】

前記プレスを行う場合には、例えばプレス装置の押圧部分をヒータにより加熱する方法と加熱しない方法とがある。このうち、加熱する場合は、過大な応力をかけることなく、表面が滑らかな半田バンプを形成できるので好適である。尚、この場合、加熱による酸化を防止するために、非酸化性の雰囲気中にてプレスを行うことが好ましい。

【0021】

請求項7の発明は、

前記請求項1～4のいずれかに記載の半田バンプを有する配線基板の製造方法において、基板の接合面に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田バンプを一旦形成した後に、該複数の半田バンプの頂部をその高さが揃うように研磨し、該頂部が平坦な複数の半田バンプを形成することを特徴とする半田バンプを有する配線基板の製造方法を要旨とする。

【0022】

前記研磨を行う手段としては、例えばグラインダーのような回転研磨板を有す

る研磨装置を採用できる。

【0023】

【発明の実施の形態】

請求項1の発明では、配線基板の半田バンプの頂部は平坦とされている。

従って、配線基板のコーポラナリティの測定のために照射するレーザー光の照射点を少なくすることができるので（例えば1箇所済み）、作業能率が大きく向上する。

【0024】

また、半田バンプの頂部を平坦とするための加工は、後述するように、コーポラナリティーの低減にも寄与するものである。例えばこの半田バンプを設けた基板と集積回路チップ又はプリント基板とを向い合わせた場合には、半田バンプは相手の集積回路チップ又はプリント基板のパッド等と完全に接触するか或は半田付けが可能な位置まで近接する。更に、半田バンプを再溶融（リフロー）するとバンプ頂部の高さが高くなる。

【0025】

これは、図6に示すように、元々球状になろうとする半田をつぶして（又は削って）平坦部を作っている。接合時に半田が再溶融した時に、再び球状になろうとし、その結果、バンプ高さが上昇する為である。

よって、図7に示すように、本発明の配線基板と接合相手（半導体素子、マザーボード）を接合の為に重ね合わせた時、相手側のパッドのコーポラナリティーが悪くてパッドと本発明の配線基板の半田バンプが接していない場合でも、接合時に半田が再溶融した時に、半田頂部が上昇して相手側パッドに近づいて接触しようとする為、接合不良が発生しにくく、接合性に優れる。尚、接合相手のコーポラナリティーは、半導体素子の場合約 $10\mu\text{m}$ 、マザーボードの場合約 $100\mu\text{m}$ 程度あり、接合時に半田バンプの高さがそれ以上上昇できれば確実に接合できることになる。

【0026】

また、コーポラナリティーが小さい場合には、導通検査や絶縁検査においても、プローブは所定のあるいは全ての半田バンプに接触することができ、よって、確

実な検査を行うことができる。

・ここで、前記バンプ頂部の平坦な部分（平坦部）の大きさ及びその特性について述べる。

【0027】

①平坦部の径は、なるべく大きい方が望ましい。

これは、半田溶融時には、半田が表面張力で球状になろうとするので、平坦部が大きいほど（より下方にバンプが押しつぶされているほど）、接合時の半田再溶融時に半田バンプの頂部の高さが溶融前より大きくなるからである。

【0028】

図8に、（a）平坦化なしのバンプを下方に押しつぶしてできたバンプ頂部が平坦なバンプの例（b）、（c）、（d）、即ち平坦化の程度の異なる例を示す。図8のように、バンプをより下方に押しつぶしてバンプ高さを低くしたものほど、バンプ頂部の平坦部は大きくなる（ $a < b < c < d$ ）。そして、半田再溶融時には、（b）、（c）、（d）とも（a）の形状に戻るため、（b）、（c）、（d）は（a）とのバンプの高さの差だけ、接合時の半田再溶融時にバンプ高さが上昇する（上昇量 $a < b < c < d$ ）。従って、平坦部の径が大きいほど、接合時に半田バンプ頂部が接合対象である相手側のパッド等に大きく近づくから、本発明の配線基板のもつコーポラナリティーや相手側の基板等の表面性が悪くても接合しやすくなる。

【0029】

②平坦部の径は、バンプ下地パッドの径×1.5倍以下が望ましい。

これは、下記表1のように、パッド径の1.5倍を上回ると、図9に示すように、接合時の半田再溶融時にパッドからはみ出した半田が分離してこぼれ落ち、できた半田ボールが基板上のパッド間に付着すると、絶縁性の低下の恐れがあるからである。尚、下記表1に、平坦部径と半田ボール発生率の関係を示す。

【0030】

【表1】

バンブ下地パッド径；150 μ m、バンブ高さ；50 μ m

平坦部径	半田ボール発生率
150 μ m (パッド径 \times 1.00)	0/10000パッド (0%)
188 μ m (パッド径 \times 1.25)	0/10000パッド (0%)
225 μ m (パッド径 \times 1.50)	0/10000パッド (0%)
263 μ m (パッド径 \times 1.75)	1000/10000パッド (10%)
300 μ m (パッド径 \times 2.00)	5000/10000パッド (50%)

【0031】

③平坦部の径は、(パッド径+パッド間距離 \times 0.5)以下が望ましい。

これは、平坦化することで、平坦部が場合によってはパッド径よりも外にはみ出すことがあるが、はみ出し過ぎると、下記表2及び図10に示すように、接合時に隣接するパッドの半田とショートする恐れがあるからである。尚、下記表2に、平坦部径と接合時のパッド間半田ブリッジ(ショート)の発生率を示す。

【0032】

【表2】

バンブ下地パッド径；150 μ m、パッド間距離；100 μ m

バンブ高さ；50 μ m

平坦部径	接合時の パッド間半田ブリッジ発生率
150 μ m (パッド径+パッド間距離 \times 0.0)	0/10000パッド (0%)
180 μ m (パッド径+パッド間距離 \times 0.3)	0/10000パッド (0%)
200 μ m (パッド径+パッド間距離 \times 0.5)	0/10000パッド (0%)
220 μ m (パッド径+パッド間距離 \times 0.7)	2000/10000パッド (20%)
250 μ m (パッド径+パッド間距離 \times 1.0)	バンブ平坦化時に 全数半田ブリッジ

【0033】

④平坦部の径は、画像処理の観点から、 ϕ 50 μ m以上が好ましい（アライメントマーク使用時）。

これは、画像処理機の差もあるが、おおむね ϕ 50 μ m以上の平坦部があれば、確実に画像処理機で半田バンブの平坦部を認識可能であり、レーザー3次元測定器によるコーポラナリティーの自動測定が容易となるからである。尚、下記表3に、平坦部径と画像処理機のエラー発生率の関係を示す。

【0034】

【表3】

パンプ下地パッド径；150 μ m、パンプ高さ；50 μ m

平坦部径	画像認識エラー発生率	
	A社製 画像処理機	B社製 画像処理機
$\phi 20\mu\text{m}$	100/100 (100%)	70/100 (70%)
$\phi 30\mu\text{m}$	40/100 (40%)	20/100 (20%)
$\phi 40\mu\text{m}$	5/100 (5%)	0/100 (0%)
$\phi 50\mu\text{m}$	0/100 (0%)	0/100 (0%)
$\phi 60\mu\text{m}$	0/100 (0%)	0/100 (0%)

【0035】

従って、上記の①～④が許容限界値であることを考慮すると、安全を見込んで、平坦部の径は、パッド径 \times (0.5～1.2)の範囲が好適であると言える。
 具体的には、例えばパッド径150 μ m、パッド間距離100 μ mの場合は、許容平坦部サイズは、 $\phi 50\sim 200\mu\text{m}$ 、最適平坦部サイズは、 $\phi 75\sim 180\mu\text{m}$ である。

【0036】

請求項2の発明では、半田バンプのコーポラナリティとして、1mm当り0.5 μ m以下としたので、集積回路チップやプリント基板のパッド等との接合を好適に行うことができるとともに、導通検査や絶縁検査等を正確に行うことができる。

【0037】

本発明では、コーポラナリティを1mm当り0.5 μ mとしているので、配線基板と集積回路チップやマザーボード等のプリント基板とを接合する場合に、半田バンプと相手側のチップや基板に形成したパッド等とを確実に接合することができる。

【0038】

請求項3の発明では、半田バンプの頂部の平坦面の直径を、半田バンプ下地パ

ッドの直径と略等しくしている。

つまり、本発明では、頂部が平坦な半田バンプ形状であるので、集積回路チップやプリント基板と接合するため、基板を加熱して半田バンプの半田を再溶融すると、半田が球状になろうとしてその頂部の高さが高くなり、万一、半田バンプの頂部と集積回路チップやプリント基板のパッド等が離れているものがあったとしても、再溶融時の高さの上昇により、半田が相手方のパッドに接触し、接合が行われる。特に、本発明のように、バンプ下地パッドの直径と略等しい平坦面の直径が得られるまでつぶれた半田バンプにおいては、高さの上昇の程度が大きいので、接合性に優れている。

【0039】

なお、半田バンプをつぶし過ぎ、平坦部径がバンプ下地パッド径よりも大きくはみ出しすぎると、接合時に、はみ出した半田が分離して半田ボールを形成して絶縁性が低下することや、隣接パッド間で半田ブリッジが発生してショートすることがある。しかし、本発明では、平坦部径をバンプ下地パッド径と略等しくしているので、半田ボール形成や半田ブリッジ発生の不良がなく、接合性に優れている。

【0040】

請求項4の発明では、半田バンプの頂部の平坦面の直径を、半田バンプ下地パッドの直径と略等しくし、且つ半田バンプの高さを半田バンプ下地パッドの直径より小さくしている。

つまり、本発明では、頂部が平坦な半田バンプ形状であるので、集積回路チップやプリント基板と接合するため、基板を加熱して半田バンプの半田を再溶融すると、半田が球状になろうとしてその頂部の高さが高くなり、万一、半田バンプの頂部と集積回路チップやプリント基板のパッド等が離れているものがあったとしても、再溶融時の高さの上昇により、半田が相手側のパッドに接触し、接合が行われる。特に、本発明のように、バンプ下地パッドの直径と略等しい平坦面の直径をもち、且つ半田バンプの高さが半田下地パッドの直径よりも小さい半田バンプにおいては、高さの上昇の程度が大きいので、接合性に優れている。下記表4に、平坦部径と半田下地パッド径が等しい場合の、半田バンプ高さと接合時の半田バ

ンプ高さ上昇量の関係を示す。

【0041】

【表4】

バンプ下地パッド径；150 μ m、平坦部径；150 μ m

半田バンプ高さ	再溶融時の 半田バンプ高さ	再溶融時の 半田バンプ高さ上昇量
50 μ m	80 μ m	30 μ m
100 μ m	130 μ m	30 μ m
150 μ m	178 μ m	28 μ m
200 μ m	223 μ m	23 μ m
250 μ m	271 μ m	21 μ m

【0042】

なお、半田バンプをつぶし過ぎ、平坦部径がバンプ下地パッド径よりも大きくはみ出しすぎると、接合時に、はみ出した半田が分離して半田ボールを形成して絶縁性が低下することや、隣接バンプ間で半田ブリッジが発生してショートすることがある。しかし、本発明では、平坦部径をバンプ下地パッド径と略等しくしているのので、半田ボール形成や半田ブリッジ発生の不良がなく、接合性に優れている。

【0043】

前記請求項3又は4の形状の半田バンプを形成する場合、図11に示すように、以下の式(1)から半田体積を求められるので、半田を塗布する量（印刷法の場合は、メタルマスクの開口径と板厚）を適正值に設定し、希望する半田バンプ高さとなるよう半田バンプをつぶせば容易に形成可能である。また、式(1)と式(2)から、請求項3又は4の形状の半田バンプの高さが、接合時の再溶融時にどれだけ上昇するのか計算で求められるので、どれだけ接合時に半田バンプの高さが上昇する必要があるのかによって、半田バンプの形状を計算で求めることができ、製品設計が容易に行える利点がある。

【0044】

平坦化時のバンプ体積；S

$$S = (r^2 \times T + T^3 / 6) \times \pi \quad \dots (1)$$

再溶融時のバンプ体積；S

$$S = (2 \times L^3 + 3 \times L^2 \times t - t^3) \times \pi / 3 \quad \dots (2)$$

ここで、 $L^2 = r^2 + t^2$ 、 π ；円周率、

t ；底部から中心までの長さ

L ；再溶融時の半田バンプの半径

r ；下地パッド径

請求項5の発明では、基板の接合面上に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田ペーストを載置した後に、複数の半田ペーストの上方の所定の高さ規制位置（即ち溶融時に半田バンプの高さを一括して規制する位置）に、接合面と所定間隔を保つ平面を形成する平面形成部材を配置し、加熱して半田を溶融することにより、頂部が平坦な複数の半田バンプを形成する。

【0045】

つまり、複数の半田ペースト上にわたって（形成される半田バンプの）頂部が一定以上の高さにならないように、平面形成部材のなす平面を配置して、半田ペーストを加熱して溶融するので、半田バンプの頂部は平坦になるとともに、その高さは等しくなり、コーポラナリティが小さくなる。

【0046】

この場合、仮に配線基板に多少の反りがあったとしても、それは、平面形成部材のなす平面で規制された半田バンプの高さによって調整され、基板の反りを吸収することになるので、この点からも、コーポラナリティが小さくなるという利点がある。

【0047】

従って、構造がシンプルな治具を用い、半田の溶融時に平坦化を同時に行うという簡易な手段によって、作業工程を増やしたり新たな設備投資をすることなく、接合等に関して好適な半田バンプを有する配線基板を製造することができる。

特に、半田バンプの高さの設定に、平面形成部材として脚部を有するコ字状の平板治具を使用する場合には、半田バンプの高さは脚部の長さで決まるため、安

定した状態で作業を行うことができるという利点がある。

【0048】

また、一般に、半田は酸化し易いが、半田の溶融は通常非酸化雰囲気にて行われるので、酸化の程度が少なく、集積回路チップやプリント基板の接合時に再溶融を行う場合でも、高い接合性を維持することができる。

請求項6の発明では、基板の接合面に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田バンプを一旦形成した後に、複数の半田バンプの頂部をその高さが揃うようにプレスして、頂部が平坦な複数の半田バンプを形成する。

【0049】

このプレスを行う場合、プレス装置の押圧部分をヒータにより加熱する方法と加熱しない方法とがある。このうち、加熱する場合は、半田バンプを軟化・溶融させることにより、過大な応力を発生させることなく、プレス加工応力による酸化を抑制して、スムーズに半田バンプの頂部を平坦にすることができる。また、冷間にてプレスを行う場合には、加熱のためのヒータが不要であり、容易に半田バンプの頂部を平坦にすることができる。つまり、プレスという簡易な手段で、接合等に関して好適な半田バンプを有する配線基板を製造することができる。

【0050】

請求項7の発明では、基板の接合面に線状又は面状に配置された複数のパッド上に各々半田バンプを一旦形成した後に、複数の半田バンプの頂部をその高さが揃うように研磨し、頂部が平坦な複数の半田バンプを形成する。

つまり、グラインダーのような研磨機で研磨するだけで、容易に、半田バンプの頂部を平坦にすることができ、接合等に関して好適な半田バンプを有する配線基板を製造することができる。

【0051】

尚、前記請求項5～7の発明による半田バンプは、頂部が平坦であることは共通しているが、その表面や断面等を検査することによって、溶融して形成されたものか、プレスして形成されたものか、或は研磨して形成されたものかが分かるので、容易に判別可能である。

【0052】

【実施例】

次に、本発明の半田バンプを有する配線基板及びその製造方法の実施例について説明する。尚、以下の説明では、配線基板として集積回路基板を例に挙げて説明する。

(実施例1)

本実施例は、半田の溶融時に、半田バンプの頂部の平坦化を行うものである。

【0053】

尚、ここでは、集積回路チップ実装用のプラスチック製の集積回路基板、即ち、集積回路チップをフリップチップ法によって接合するための半田バンプを有する集積回路基板及びその製造方法について述べる。

図1(a)に示すように、本実施例の半田バンプ1を有する集積回路基板(以下単に集積回路基板と称す)3は、外径が約25mm角、板厚約1mmのプラスチック製の基板である。

【0054】

①この集積回路基板3を製造する場合には、図1(b)に拡大及び破断して示すように、まず、BTコア基板5上にエポキシ樹脂による絶縁層7を形成するとともに、BTコア基板5及び絶縁層7にわたって、無電界Cuメッキ及び電解Cuメッキを用いたセミアディティブ法によってCu内部配線9を形成して積層する。尚、Cu内部配線9の形成法としては、サブトラクティブ法やフルアディティブ法によってもよい。

【0055】

②次に、集積回路基板3の最表面では、前記Cu内部配線9と接合されるCu配線11の耐食のため及び半田との密着性を向上させるために、無電解Ni-Pメッキによって約3 μ mのNi-P層13を形成し、更にその上に、無電解Auメッキによって約0.1 μ mのAu層15を形成して、Ni-P層13及びAu層15からなる下地導電性パッド(以下単にパッドと称す)17を作成する。尚、その他の部位には、アクリルやエポキシ樹脂などにより、ソルダーレジスト層19を形成する。

【0056】

尚、上述したメッキ方法は、周知の多層プリント配線板のメッキ方法と同様であるので詳述しない（例えば、「多層プリント配線板ステップ365」；藤平・藤森共著；工業調査会；1989年発行参照）。

③次に、図2（a）に模式的に示すように、集積回路基板3の表面（接合面）に形成されたメッキ済みのパッド17の上に、パッド17全体を覆うようにして、36Pb-64Snの半田共晶ペースト（融点約183℃）を、図示しないメタルマスクを用いて印刷して、ペースト層21を形成する。尚、パッド径は ϕ 約150 μ mであり、メタルマスクの開口径は ϕ 200 μ m、マスク板厚は70 μ mである。

【0057】

④次に、平坦化用治具23を、複数のペースト層21上を一括して覆うように、集積回路基板3上にセットする。この平坦化用治具23とは、例えば窒化珪素からなるセラミックス製の治具であり、複数のペースト層21にわたる長さを有する板状の平板部23aと、平板部23aの両側に配置された同じ高さを有する脚部23bとを備え、コ字状形態を有している。尚、平坦化治具23の凹部底面（平面）23cは、精密に研磨され、その平坦度は例えば0.1 μ m/mmである。

【0058】

この脚部23bの長さ（高さ）は、平面23cがペースト層21の上面に接するか或は僅かの間隔を有する長さ（ h =例えば50 μ m）に設定されている。つまり、後述する半田の溶融によって半田バンプを形成する際に、球状となろうとする半田の頂部が平面23cに接することで、半田バンプ1の頂部の高さを所定値に規制するような値に設定されている。

【0059】

⑤次に、集積回路基板3に平坦化治具23を載置した状態で、図示しないリフロー炉内に配置して、半田の融点（この場合は183℃）より10～40℃高い温度（例えば200℃）に加熱し、その後冷却する。これによって、前記図1に示すような半田バンプ1を有する集積回路基板3を完成した。

【0060】

尚、半田バンプ1の形成された領域は、縦12mm×横17.5mmの長方形で、バンプ間の最大寸法は、対角方向の21.2mmであった。

そして、上述した方法によって得られた半田バンプ1の平坦とされた頂部の直径（平坦部の直径）は、80～140 μ mであった。また、半田バンプ1のコーポラナリティは、7 μ mであり、単位長さ当りでは、0.33（=7/21.2） μ m/mmであった。

【0061】

尚、従来のように、平坦化治具23を使用しない場合は、半田バンプのコーポラナリティは、21 μ mであり、単位長さ当りでは、1.0 μ m/mmである。

このように、本実施例によれば、平板部23a及び脚部23bを有する平坦化治具23を、ペースト層21上の所定の位置に配置することにより、半田の溶融時に複数の半田バンプ1の頂部を一括して平坦化することができる。

【0062】

また、半田バンプ1の頂部の位置検出が容易であるので、コーポラナリティの測定が簡易化されるという効果がある。

その上、全ての半田バンプ1の頂部が、半田の溶融時に1つの平面23cにより平坦化されるので、コーポラナリティーを小さくすることができ、よって、集積回路基板3と集積回路チップやプリント基板との接合性を高めることができるとともに、導通検査や絶縁検査等も確実に行うことができるという利点がある。

【0063】

特に、平面23cにより一括して平坦化するので、仮に何らかの理由で集積回路基板3自身が反っていたとしても、半田の溶融による平坦化の過程で、その反りによるパッド17の高さの違いを吸収して、平面23cにならった頂部が形成される（図2（b）参照）。従って、その点からも、コーポラナリティーが低減するという顕著な効果を奏する。

【0064】

実際、本実施例では、半田バンプ1間の最大距離21.2mm当り13 μ m程度の集積回路基板3の反りが観察された。しかし、半田バンプ1のコーポラナリティは上述のように7 μ mに抑えられており、集積回路基板3の反りを吸収して

コーポラナリティを低減できることがわかる。

【0065】

更に、平坦化治具23の脚部23bの高さを変えるだけで、半田バンプ1の高さを任意の高さに容易に設定することができる。

尚、上記のように平坦化治具23を使用して製作した上記集積回路基板3を、再度加熱して、半田を再溶融（リフロー）したところ、リフローした半田は表面張力で球状になり、頂部の平坦部がなくなると共に、頂部（最高部）の高さが上昇した。その変化は、加熱前は高さが45～55 μ mであったところ、加熱後は75～105 μ mとなり、各々30～50 μ mの高さの上昇が見られた。

【0066】

このことは、接合のために、接合相手である集積回路チップやプリント基板と本実施例の集積回路基板3とを重ね合わせたときに、この集積回路基板3の相手方に反り等があるために、半田バンプ1と相手方の接合対象（パッド等）とが接触していないものがある場合でも、両者の接合を良好に行い示している。というのも、集積回路基板3とプリント基板等との接合のために、加熱して半田をリフローさせると、半田バンプ1の頂部の高さが上昇し、相手方のパッドと接触するようになるためである。

【0067】

従って、上記実施例の場合で言えば、接合相手のパッドの形成されている領域の反りや高さのばらつきが30 μ m以下であれば、相手方のパッドの高さ方向の位置のばらつきを吸収して接合が可能であり、極めて接合性の優れた集積回路基板3であることが判る。

【0068】

半田バンプ1の特性としては、このような頂部の高さの上昇はできるだけ大きな値を示すことが好ましく、また、絶縁性を低下させる半田ボールの形成や半田ブリッジの発生のないことが望ましい。そのためには、半田バンプ1の平坦面の径をパッド17の径とほぼ等しくすると良く、さらに、半田バンプ高さをパッド17の直径よりも小さくするとなお良い。

（実施例2）

次に、実施例2について説明する。

【0069】

本実施例は、圧縮プレスで半田バンプの頂部を平坦化するものである。尚、前記実施例1と同様な部分の説明は、省略又は簡略化する。

①前記実施例1と同様な材料及び同様な前記①、②、③の工程にて、集積回路基板上のパッドの上に、半田ペーストを印刷する。

【0070】

②そして、この半田ペーストを印刷した集積回路基板を、従来と同様に、リフロー炉内に配置して、半田の融点より10～40℃高い温度に加熱し、その後冷却する。これによって、図3及び図4(a)に示すような略球状の半田バンプ31を有する集積回路基板33を得る。

【0071】

③次に、この半田バンプ31を有する集積回路基板33を、断面略コの字状のステンレス製の下治具35内に収容する。尚、半田バンプ31の高さは、「下治具35の凹部35aの深さ(例えば1.05mm)－集積回路基板33の厚み(例えば1.00mm)」となるので、設定したい半田バンプ31の高さに応じて側壁35bの高さ又は凹部35aの深さを設定しておく。

【0072】

④次に、圧縮プレス装置37のステンレス製のプレス上板39を下降させて、プレス圧； 5 kg/cm^2 で1分間にわたり、半田バンプ31の頂部を押圧して平坦化する。尚、プレス上板39及び下治具35の凹部35aとも、その平坦度は $0.15\text{ }\mu\text{m/mm}$ である。

【0073】

これにより、図4(a)に示すように、プレス前には、略球状のコーポラナリティが $21\text{ }\mu\text{m}$ であった半田バンプ31の頂部が押しつぶされて、図4(b)に示すように、コーポラナリティ； $10\text{ }\mu\text{m}$ 、単位長さ当りのコーポラナリティー； $0.47\text{ }\mu\text{m/mm}$ の半田バンプ31を有する集積回路基板33が得られた。尚、プレスされた半田バンプ31の頂部の周囲に微細なシワが入るのが、この製造方法の特徴である。

【0074】

このように、本実施例によれば、一旦半田を溶融して球状化した複数の半田バンプ31の頂部を加工して一度にプレスすることにより、頂部が平坦な複数の半田バンプ31を一括して形成することができる。

そのため、前記実施例1と同様に、コーポラナリティの測定が簡易化されるなどの効果がある。尚、集積回路基板33に反りがある場合は、押圧により集積回路基板33が凹部35aの平面にならって平坦になる。すると、プレス上板39を上方に戻した場合に、集積回路基板33の反りが多少戻る場合があるが、それでも従来よりはコーポラナリティーは小さくなるので、集積回路基板33の接合性を高めることができ、絶縁検査等も確実に行うことができる。

【0075】

更に、下治具35の凹部35aの深さを変えるだけで、半田バンプ31の高さを任意の高さに容易に設定することができる。

その上、単にプレスを行うだけで済むので、その作業が容易であるという利点がある。

(実施例3)

次に、実施例3について説明する。

【0076】

本実施例は、圧縮プレスで半田バンプの頂部を平坦化する点は、前記実施例2と同様であるが、プレスする際に熱を加える点が異なる。尚、前記実施例2と同様な部分の説明は、省略又は簡略化する。また、図の番号は同じものを用いる。

①前記実施例2の①、②、③の工程を経て、前記図3に示すように、略球状の半田バンプ31を有する集積回路基板33を、下治具35内に収容する。

【0077】

②次に、図示しない断熱材で、圧縮プレス装置37及び下治具35の周囲を覆うとともに、その内部に窒素ガスを100リットル/分の割合で流した状態で、約220℃に加熱したプレス上板39を下降させて、プレス圧 5 kg/cm^2 で1分間にわたり、半田バンプ31の頂部を押圧するとともに加熱軟化（溶融）させて、平坦化する。尚、このプレス上板39の内部には図示しないヒータが配置さ

れており、このヒータにより、プレス上板39は、半田の融点より20～60℃高い温度に加熱されている。

【0078】

これにより、図4(a)に示すように、プレス前の略球状の半田バンプ31の頂部が押しつぶされて、図4(c)に示すように、コーポラナリティ；7 μ m、単位長さ当りのコーポラナリティー；0.33 μ m/mmの半田バンプ31を有する集積回路基板33が得られた。

【0079】

尚、プレスされた半田バンプ31の頂部の周囲は、前記実施例2のような微細なシワが入らず滑めらかなのが、この製造方法の特徴である。

このように、本実施例によれば、一旦半田を溶融して球状化した複数の半田バンプ31の頂部を、一度に融点以上に加熱したプレス上板39でプレスすることにより、頂部が平坦で且つシワ等の入らない複数の半田バンプ31を一括して形成することができる。

【0080】

そのため、前記実施例2と同様な効果を奏するとともに、たとえ集積回路基板33に反りがあっても、本実施例では半田バンプ31を加熱して平坦化するので、前記実施例1と同様に、コーポラナリティーを極めて小さくすることができる。

【0081】

また、半田バンプ31を加熱してプレスして平坦化するので、プレスによる応力の歪に起因する酸化を防止できるとともに、その際に窒素ガス等の不活性ガスを流すので、加熱による酸化も防止することができる。

(実施例4)

次に、実施例4について説明する。

【0082】

本実施例は、平面研磨によって半田バンプの頂部を平坦化するものである。尚、前記実施例1と同様な部分の説明は、省略又は簡略化する。

①前記実施例1と同様な材料及び同様な前記①，②，③の工程にて、集積回路

基板上のパッドの上に、半田ペーストを印刷する。

【0083】

②そして、この半田ペーストを印刷した集積回路基板を、従来と同様に、リフロー炉内に配置して、半田の融点より10～40℃高い温度に加熱し、その後冷却する。これによって、図5に示すような略球状の半田バンプ41を有する集積回路基板43を得る。

【0084】

③次に、この半田バンプ41を有する集積回路基板43を、多数の連通孔45を有する真空吸着板47上に載置し、真空吸着板47の下面側の気圧を低減して、集積回路基板43の真空吸着を行い、集積回路基板43の固定を行う。

④次に、平面研磨を行う研磨盤49の回転研磨部材51、具体的には、粗さ；#1000、平坦度；0.2 $\mu\text{m}/\text{mm}$ の円盤状の研磨板を、回転数；120 rpmで回転させつつ、下降速度；0.2 mm/秒で下降させて、半田バンプ41の頂部を研磨して平坦化する。尚、今回は、基板厚さ1 mmに対し、真空吸着板47から1.05 mmの高さまで、回転研磨部材51を下降させた。

【0085】

これにより、プレス前には、略球状のコーポラナリティ；30 μm の半田バンプ41の頂部が研磨されて、コーポラナリティ；10 μm 、単位長さ当りのコーポラナリティー；0.47 $\mu\text{m}/\text{mm}$ の半田バンプ41を有する集積回路基板43が得られた。

【0086】

このように、本実施例によれば、一旦半田を溶融して球状化した複数の半田バンプ41の頂部を一度に表面研磨することにより、頂部が平坦な複数の半田バンプ41を一括して形成することができる。

そのため、前記実施例2と同様な効果を奏するとともに、単に、回転研磨部材51の下降位置を設定するだけで、半田バンプ41の高さや頂部の平坦部の径を容易に変更できるという利点がある。

【0087】

尚、研磨方式としては、乾式、湿式の両方が使えるが、どちらも研磨クズが基

板表面に付着するため、研磨後の洗浄が必要である。

本発明は前記実施例になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

【0088】

(1) 例えば、配線基板の材料としては、プラスチック以外に、アルミナ等のセラミックスを採用することもできる。

(2) 前記実施例では、フリップチップ法により、基板に集積回路チップを接合するための半田バンプを形成した場合について述べた。しかし、本発明は、これに限らず、基板とマザーボード等のプリント基板とを接合するための半田バンプを形成する場合にも適用でき、半田バンプを格子状あるいは千鳥状に配列したBGA基板にも適用するのが好ましい。

(3) 使用する半田の材質としては、用途に応じて、Pb90%半田などの高融点半田や、AgやIn入り半田等どれでも使用可能である。また、半田に含まれるフラックスの種類も、(還元性の小さなものから) Rタイプ、RMAタイプ、RAタイプのどれでも使用できる。尚、ここでは、バンプ材料として、通常、半田と称されるPb-Sn系のろう材以外に、Au-Sn系、Au-Si系等の合金も使用できる。

【0089】

(4) パッド上の半田の付与方法としては、上述した半田ペーストの印刷による方法以外に、ディスペンサーを用いて半田ペーストを滴下する方法、プリフォーム、ペレット、又は半田球を搭載する方法等を採用することができる。

【0090】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明の半田バンプを有する配線基板は、その半田バンプの頂部が平坦である。従って、半田バンプのコーポラナリティを低減できるので、配線基板の接合性を向上できる。また、絶縁検査等の検査性も向上でき、更に、コーポラナリティの測定を簡易化することもできるという顕著な効果を奏する。

【0091】

また、本発明の半田バンプを有する配線基板の製造方法では、上述した優れた特性を有する配線基板を、平面形成部材を配置して行う半田の溶融、溶融・冷却後のプレス、溶融・冷却後の研磨などの簡易な手段により、容易に製造することができるという効果を奏する。

【0092】

特に平面形成部材を配置して行う半田の溶融の場合は、コーポラナリティの低減、製造工程の簡易化、半田バンプの酸化防止等の優れた利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の半田バンプを有する集積回路基板を示し、(a)はその斜視図、(b)はその一部を拡大して示す断面図である。

【図2】 実施例1の半田バンプの製造方法を示し、(a)はその製造工程の説明図、(b)はその製造方法によって得られた効果を示す説明図である。

【図3】 実施例2及び実施例3の半田バンプの製造方法を示す説明図である。

【図4】 半田バンプの形状を示し、(a)はプレス前の半田バンプの形状を示す断面図、(b)は実施例2によるプレス後の半田バンプの形状を示す断面図、(c)は実施例3によるプレス後の半田バンプの形状を示す断面図である。

【図5】 実施例4の半田バンプの製造方法を示す説明図である。

【図6】 本発明の作用のうち半田再溶融時の上昇を示す説明図である。

【図7】 本発明の作用のうち接合相手との接合状態を示す説明図である。

【図8】 本発明の作用のうち頂部の平坦化の程度の違いを示す説明図である。

【図9】 本発明の作用のうち半田ボールの発生状態を示す説明図である。

【図10】 本発明の作用のうち半田ブリッジの発生状態を示す説明図である。

【図11】 半田バンプ体積の算出法を示す説明図である。

【図12】 従来技術を示す説明図である。

【符号の説明】

1, 31, 41…半田バンプ

3, 33, 43...集積回路基板

17...パッド

23...平坦化用治具

35...下治具

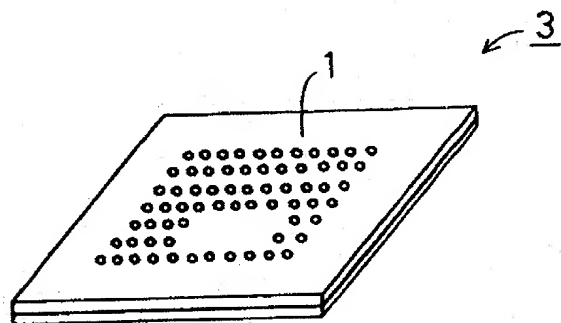
37...プレス装置

49...研磨盤

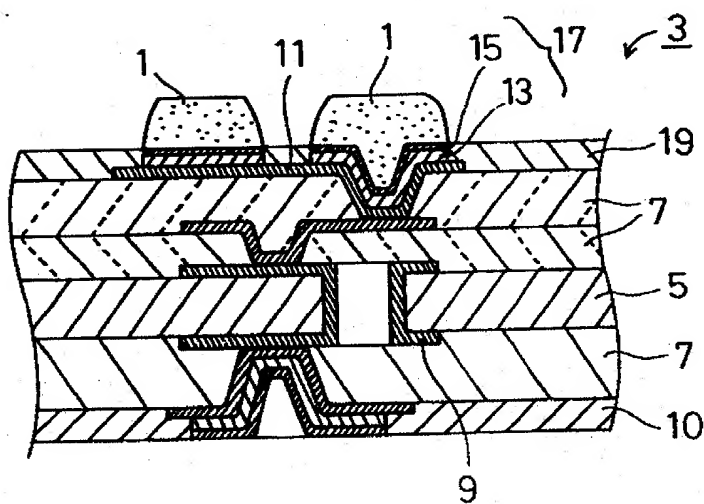
【書類名】 図面

【図1】

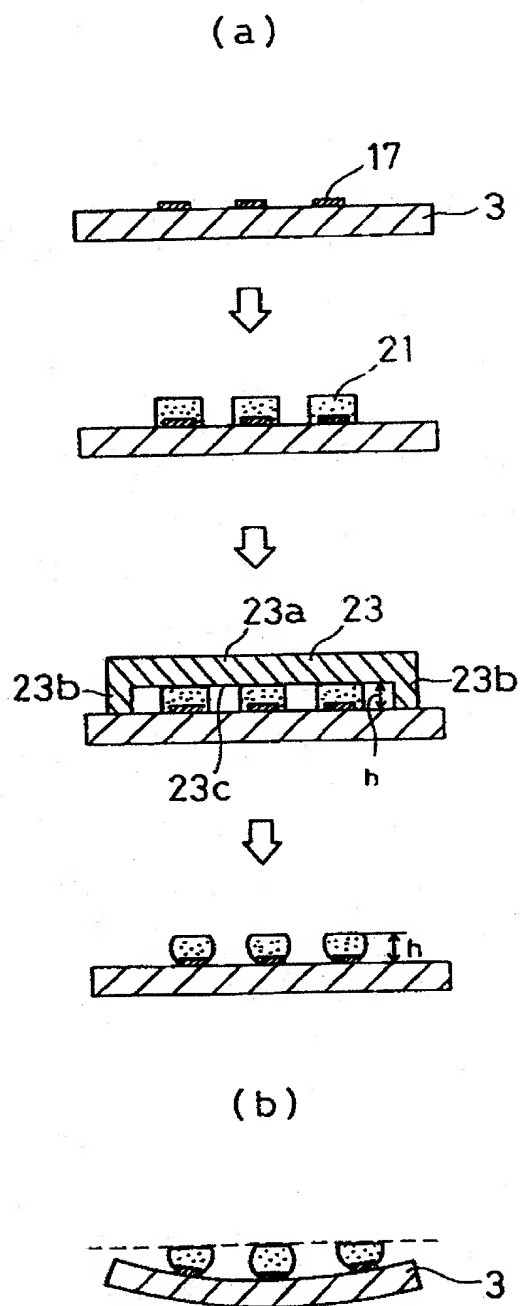
(a)



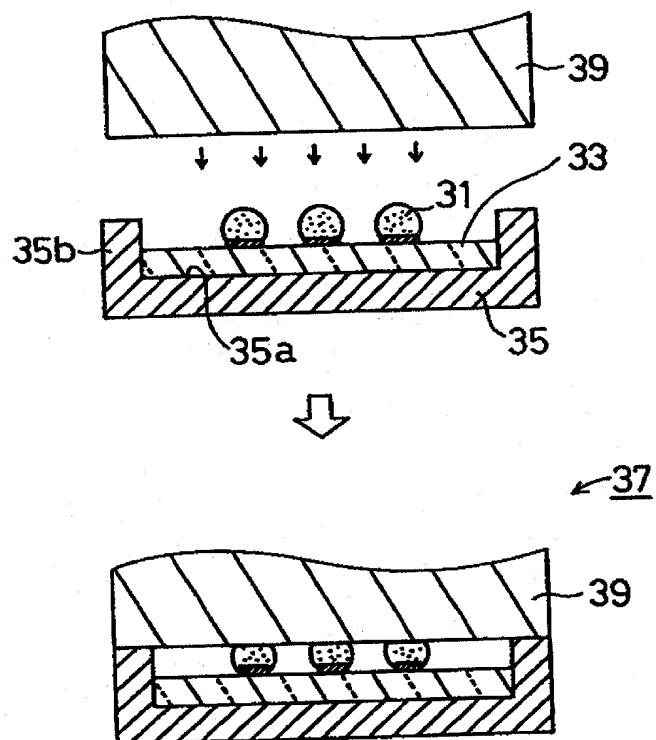
(b)



【図2】

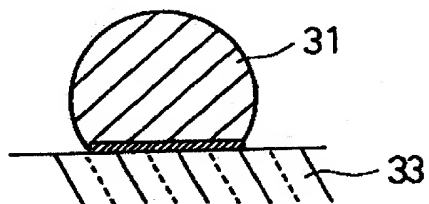


【図3】

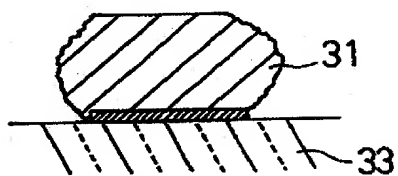


【图4】

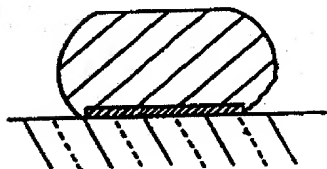
(a)



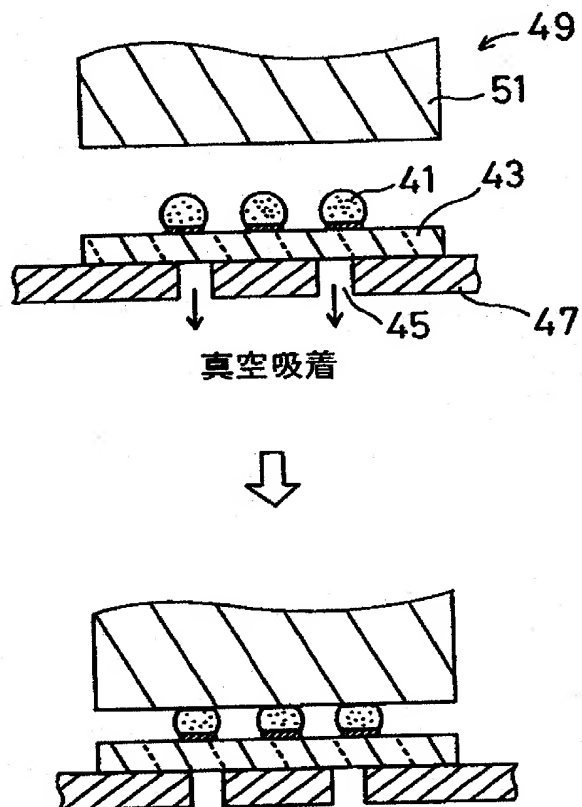
(b)



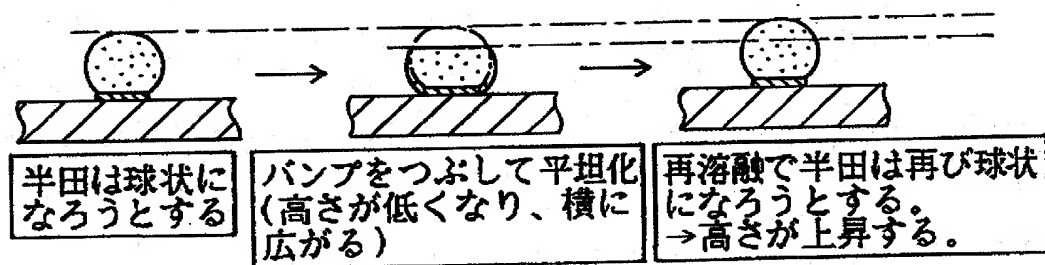
(c)



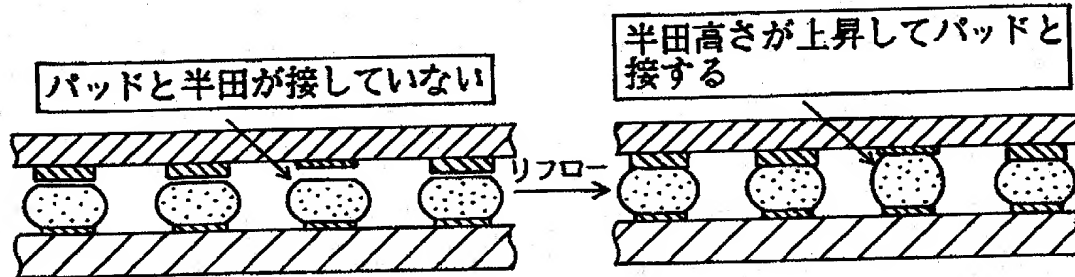
【図5】



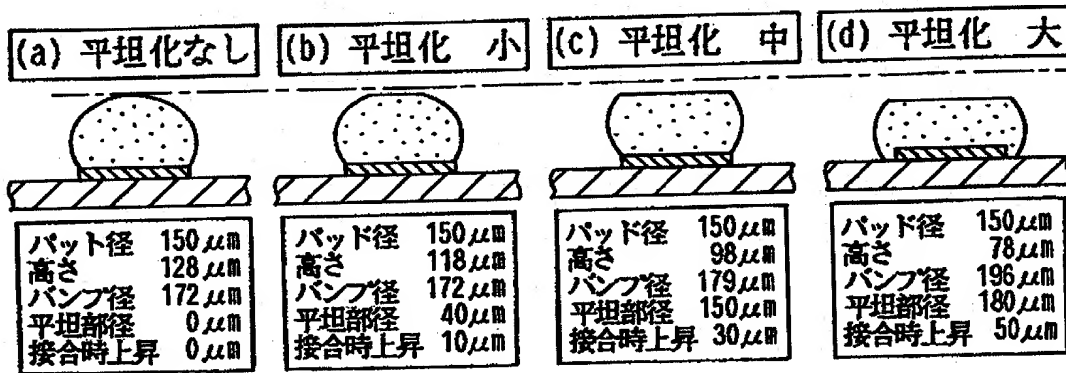
【図6】



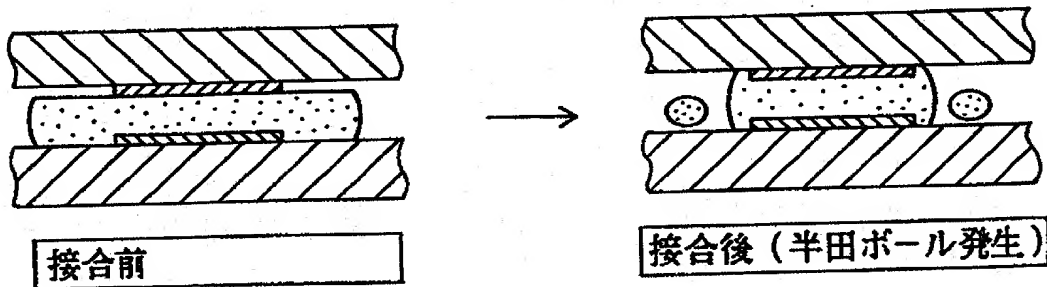
【図7】



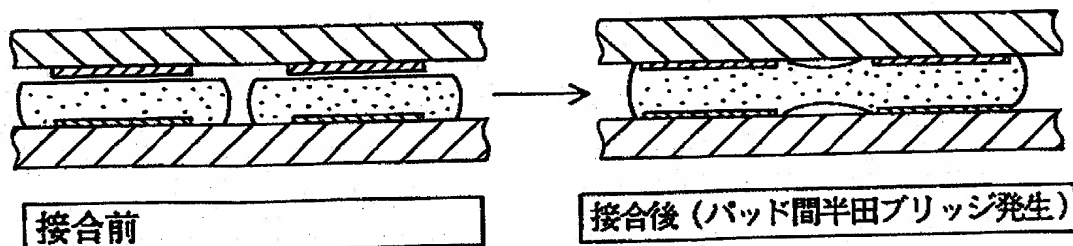
【図8】



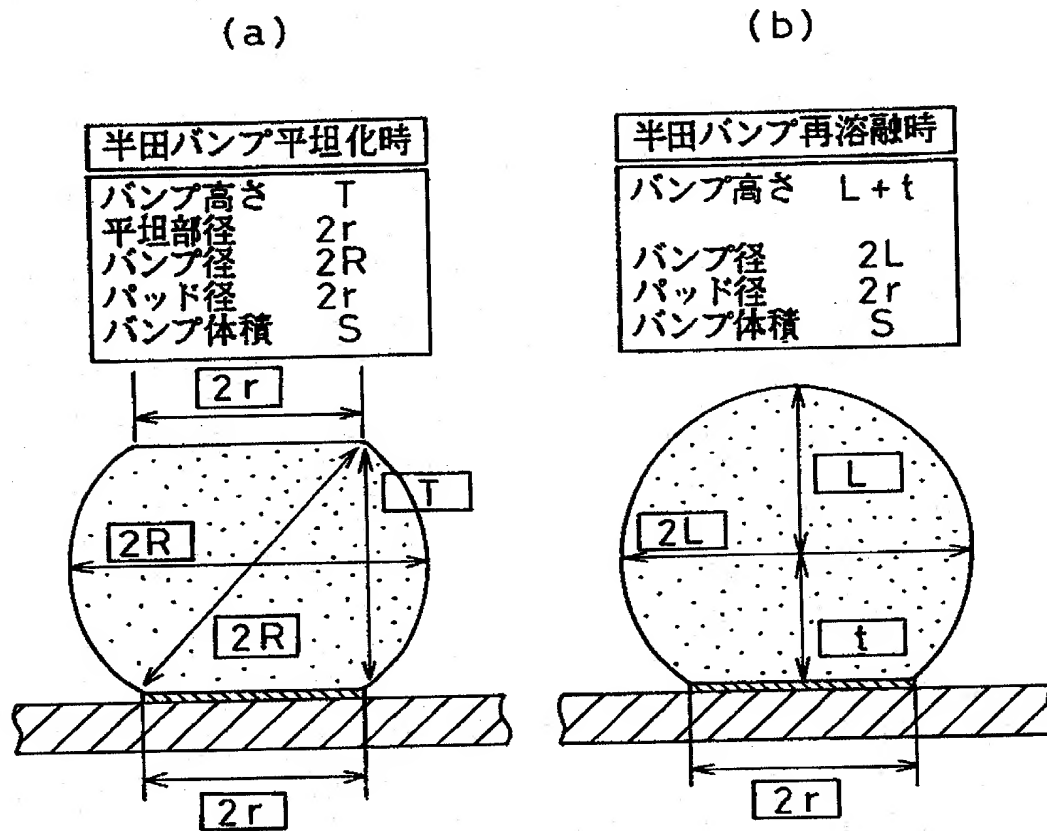
【図9】



【図10】

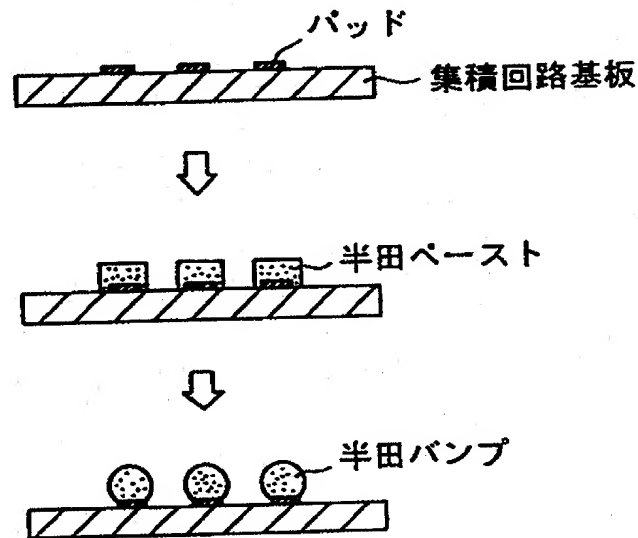


【図11】

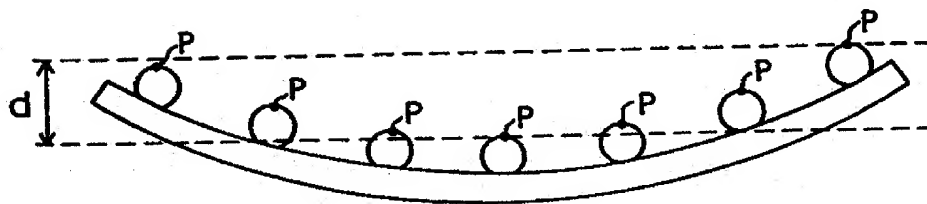


【図12】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半田バンプのコーポラナリティを低減できるとともに、コーポラナリティの測定を簡易化できる半田バンプを有する配線基板及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 集積回路基板3のメッキ済みのパッド17の上に、パッド17全体を覆うようにして、36Pb-64Snの半田共晶ペーストを、メタルマスクを用いて印刷して、ペースト層21を形成する。次に、平坦化用治具23を、複数のペースト層21上を一括して覆うように、集積回路基板3上にセットする。次に、集積回路基板3に平坦化治具23を載置した状態で、リフロー炉内に配置して、半田の融点より10~40℃高い温度（例えば200℃）に加熱し、その後冷却する。これによって、頂部が平坦な半田バンプ1を有する集積回路基板3を完成した。

【選択図】 図2

特平 8-108287

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000004547

【住所又は居所】

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

【氏名又は名称】

日本特殊陶業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100082500

【住所又は居所】

愛知県名古屋市中区錦2丁目9番27号 名古屋繊維ビル

維ビル

【氏名又は名称】

足立 勉

特平 8-108287

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004547]

1. 変更年月日

1990年 8月 8日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

氏 名

日本特殊陶業株式会社